

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-275079

(43) 公開日 平成11年(1999)10月8日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 4 L 12/28

H 0 4 L 11/20

D

H 0 4 Q 3/00

H 0 4 Q 3/00

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平10-69093

(22) 出願日 平成10年(1998)3月18日

(71) 出願人 000117744

安藤電気株式会社

東京都大田区蒲田4丁目19番7号

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 森 政徳

東京都大田区蒲田4丁目19番7号 安藤電気株式会社内

(72) 発明者 鈴木 洋

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

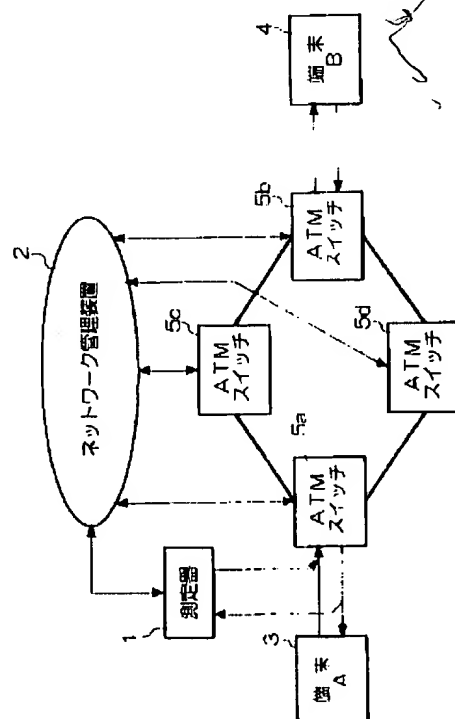
(74) 代理人 弁理士 志賀 正武 (外9名)

(54) 【発明の名称】 非同期転送ネットワークシステムおよび非同期転送ネットワークシステムにおけるサービス品質管理方法

(57) 【要約】

【課題】 コネクションの継続中でもサービス品質に関するパラメータの測定ができ、サービス品質を維持するために迅速にネットワークの制御ができる。

【解決手段】 セルのスイッチングを行う複数のATMスイッチ5a～5dと、ルートを決定し前記非同期転送スイッチを制御するネットワーク管理装置2と、入口となるATMスイッチ5aに接続され測定器1を備えた非同期転送ネットワークシステムにおいて、測定器1は、通信中にサービス品質測定のための測定用セルを挿入し、戻ってきた測定用セル内の情報よりサービス品質に関する値の算出、解析を行い、この解析結果に基づき前記ネットワーク管理装置2に通知を行う。ATMスイッチ5a～5dは、サービス品質算出のために必要となる値を測定用セルに書き込む。ネットワーク管理装置2は、測定器1からの通知に基づき新たなルート決定を行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 セルのスイッチングを行う複数の非同期転送スイッチと、ルートを決定し前記非同期転送スイッチを制御するネットワーク管理装置とからなる非同期転送ネットワークシステムにおいて、

前記ネットワークシステムは、入口となる非同期転送スイッチに接続され、通信中にサービス品質測定のための測定用セルを挿入し、戻ってきた該測定用セル内の情報よりサービス品質に関する値の算出、解析を行い、該解析結果に基づき前記ネットワーク管理装置に通知を行う測定器をさらに備え、

前記非同期転送スイッチは、前記サービス品質算出のために必要となる値を前記測定用セルに書き込む機能をさらに備え、

前記ネットワーク管理装置は、前記測定器からの通知に基づき新たなルート決定を行う機能をさらに備えたことを特徴とする非同期転送ネットワークシステム。

【請求項 2】 前記測定器は、コネクション接続後にパストレースのためのセルを送出することによりルート上の非同期転送スイッチのトレース順および固有 ID を特定する機能をさらに備え、前記通信中の測定用セルの挿入において、ルート上の各非同期転送スイッチが前記サービス品質算出のために必要となる値を書き込む位置を該トレース順を利用した簡易 ID で指定した前記測定用セルを挿入し、前記非同期転送スイッチは、

前記パストレースのためのセルを受け取ると、自己の固有 ID を該セルの空欄に順次書き込むとともに、該セルよりトレース順を認識し該トレース順を簡易 ID として記憶する機能をさらに備え、前記測定用セルへの情報の書き込みにおいて、前記測定用セル内の簡易 ID で指定された位置に前記サービス品質算出のために必要となる値を書き込むことを特徴とする請求項 1 に記載の非同期転送ネットワークシステム。

【請求項 3】 前記測定用セルは、操作および保守を行うための OAM セルを利用し、少なくとも前記 OAM セルの OAM セル種別項目をサービス品質を測定することを示す値にするとともに、該 OAM セルの固有フィールド項目に少なくとも該測定用セルを送出した時刻のデータと、各非同期転送スイッチの前記簡易 ID と前記サービス品質算出のために必要となる値を書き込む領域を 1 組として、該組を複数備えていることを特徴とする請求項 2 に記載の非同期転送ネットワークシステム。

【請求項 4】 前記非同期転送スイッチは、サービス品質算出のために必要となる値として、ユーザセルのカウント結果と、前記測定用セルを受信してから送信するまでの時間を該測定用セルに書き込み、

前記測定器は、

戻ってきた測定用セルより算出するサービス品質に関す

る値として、ルートにおけるセル損失、セル転送遅延、セル転送遅延変動、および、非同期転送スイッチごとのセル損失、セル転送遅延、セル転送遅延変動を算出することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の非同期ネットワーク管理システム。

【請求項 5】 セルのスイッチングを行う複数の非同期転送スイッチと、ルートを決定し前記非同期転送スイッチを制御するネットワーク管理装置と、入口となる非同期転送スイッチに接続され通信中にサービス品質測定を行う測定器とからなる非同期転送ネットワークシステムにおけるサービス品質管理方法であつて、

通信中にサービス品質測定のための測定用セルが前記測定器により挿入され、

前記送信された測定用セルに対して、前記非同期転送スイッチにより前記サービス品質算出のために必要となる値が書き込まれ、

戻ってきた該測定用セル内の情報よりサービス品質に関する値の算出、解析および、該解析結果に基づき前記ネットワーク管理装置への通知が前記測定器により行われ、

前記測定器からの通知に基づき新たなルート決定が前記ネットワーク管理装置により行われることによりサービス品質の管理を行うことを特徴とする非同期転送ネットワークシステムにおけるサービス品質管理方法。

【請求項 6】 非同期転送ネットワークシステムにおけるサービス品質管理方法は、

コネクション接続後にパストレースのためのセルを前記測定器より送出的ることによりルート上の非同期転送スイッチのトレース順および固有 ID を特定し、

前記非同期転送スイッチは、前記パストレースのためのセルを受け取ると、自己の固有 ID を該セルの空欄に順次書き込むとともに、該セルよりトレース順を認識し該トレース順を簡易 ID として記憶し、

前記測定器による通信中の測定用セルを挿入において、ルート上の各非同期転送スイッチが前記サービス品質算出のために必要となる値を書き込む位置を前記簡易 ID で指定した前記測定用セルを挿入し、

前記測定用セルへの情報の書き込みにおいて、前記非同期転送スイッチは前記測定用セル内の簡易 ID で指定された位置に前記サービス品質算出のために必要となる値を書き込むことを特徴とする請求項 5 に記載の非同期転送ネットワークシステムにおけるサービス品質管理方法。

【請求項 7】 前記測定用セルは、操作および保守を行うための OAM セルを利用し、少なくとも前記 OAM セルの OAM セル種別項目をサービス品質を測定することを示す値にするとともに、該 OAM セルの固有フィールド項目に少なくとも該測定用セルを送出した時刻のデータと、各非同期転送スイッチの前記簡易 ID と前記サービス品質算出のために必要

## 3

となる値を書き込む領域を 1 組として、該組を複数備えていることを特徴とする請求項 6 に記載の非同期転送ネットワークシステムにおけるサービス品質管理方法。

【請求項 8】 前記サービス品質算出のために必要となる値は、

ユーザセルのカウント結果と、測定用セルを受信してから送信するまでの時間であり、

前記サービス品質に関する値は、

ルートにおけるセル損失、セル転送遅延、セル転送遅延変動、および、非同期転送スイッチごとのセル損失、セル転送遅延、セル転送遅延変動をセル損失、セル転送遅延、セル転送遅延変動であることを特徴とする請求項 5 乃至請求項 7 のいずれかに記載の非同期ネットワーク管理システムにおけるサービス品質管理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、非同期転送モードでの通信において、サービスの行われている途中でサービス品質の測定・監視を行い、サービス品質が劣化しないよう管理する非同期転送ネットワークシステムおよび非同期転送ネットワークシステムにおけるサービス品質管理方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】ネットワークにおける転送モードの 1 つに非同期転送モード (Asynchronous Transfer Mode: 以下「ATM」と略記する) がある。この転送モードは、音声や動画などの情報をすべて固定長のセル (小包) にして転送する通信技術で、セルにはヘッダがつけられ、大容量の情報を正しく高速伝送できる。また、ATM 技術は、マルチメディア時代の基幹インフラとなる B-ISDN (Broadband Integrated Services Digital Network: 広帯域総合デジタル通信網) を構築するために不可欠な通信技術であり、LAN (Local Area Network: 構内情報通信網) などにも応用されてきている。ところで、この ATM におけるネットワークは、サービス品質の保証をユーザに提供できるという長所があり、ユーザはコネクション設定時に送信データのトラヒック特性やセルの損失等に関するサービス品質について、ネットワークに要求することが可能である。このユーザからの要求に対し、ネットワークは指定されたサービス品質を保証できるルートを探し、コネクション接続をする。そして、一度コネクションが確立したらコネクションの継続中は指定されたサービス品質を維持しなくてはならない。従って、ネットワークは常にサービス品質を監視することが重要となってくる。このサービス品質を監視する 1 つの手段として OAM (Operation And Maintenance) 機能を用いる方法が考えられる。なお、OAM 機能については、ITU-T Recommendation I.610: "B-ISDN OPERATION AND MAINTENANCE PRINCIPLES AND FUNCTIONS" に詳細に記載されている。

## 4

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、現状の OAM 機能だけでは、リンク断、ビット誤りやセル損失は検出できても、サービス品質パラメータであるセル転送遅延、セル転送遅延変動は測定できない。本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、コネクションの継続中でもサービス品質を維持するためのパラメータの測定ができ、サービス品質が劣化した場合、このサービス品質を維持するために迅速にネットワークの制御および管理ができる非同期転送ネットワークシステムおよび非同期転送ネットワークシステムにおけるサービス品質管理方法を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明のうち請求項 1 に記載の発明は、セルのスイッチングを行う複数の非同期転送スイッチと、ルートを決定し前記非同期転送スイッチを制御するネットワーク管理装置とからなる非同期転送ネットワークシステムにおいて、前記ネットワークシステムは、入口となる非同期転送スイッチに接続され、通信中にサービス品質測定のための測定用セルを挿入し、戻ってきた該測定用セル内の情報よりサービス品質に関する値の算出、解析を行い、該解析結果に基づき前記ネットワーク管理装置に通知を行う測定器をさらに備え、前記非同期転送スイッチは、前記サービス品質算出のために必要となる値を前記測定用セルに書き込む機能をさらに備え、前記ネットワーク管理装置は、前記測定器からの通知に基づき新たなルート決定を行う機能をさらに備えたことを特徴とする非同期転送ネットワークシステムである。

【0005】また、請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の非同期転送ネットワークシステムにおいて、前記測定器が、コネクション接続後にパストレースのためのセルを送出することによりルート上の非同期転送スイッチのトレース順および固有 ID を特定する機能をさらに備え、前記通信中の測定用セルの挿入において、ルート上の各非同期転送スイッチが前記サービス品質算出のために必要となる値を書き込む位置を該トレース順を利用した簡易 ID で指定した前記測定用セルを挿入し、前記非同期転送スイッチが、前記パストレースのためのセルを受け取ると、自己の固有 ID を該セルの空欄に順次書き込むとともに、該セルよりトレース順を認識し該トレース順を簡易 ID として記憶する機能をさらに備え、前記測定用セルへの情報の書き込みにおいて、前記測定用セル内の簡易 ID で指定された位置に前記サービス品質算出のために必要となる値を書き込むことを特徴としている。

【0006】また、請求項 3 に記載の発明は、請求項 2 に記載の非同期転送ネットワークシステムにおいて、前記測定用セルが、操作および保守を行うための OAM セルを利用し、少なくとも前記 OAM セルの OAM セル種

## 5

別項目をサービス品質を測定することを示す値にするとともに、該OAMセルの固有フィールド項目に少なくとも該測定用セルを送出した時刻のデータと、各非同期転送スイッチの前記簡易IDと前記サービス品質算出のために必要となる値を書き込む領域を1組として、該組を複数備えていることを特徴としている。

【0007】また、請求項4に記載の発明は、請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の非同期転送ネットワークシステムにおいて、前記非同期転送スイッチが、サービス品質算出のために必要となる値として、ユーザセルのカウンタ結果と、前記測定用セルを受信してから送信するまでの時間を該測定用セルに書き込み、前記測定器が、戻ってきた測定用セルより算出するサービス品質に関する値として、ルートにおけるセル損失、セル転送遅延、セル転送遅延変動、および、非同期転送スイッチごとのセル損失、セル転送遅延、セル転送遅延変動を算出することを特徴としている。

【0008】次に、請求項5に記載の発明は、セルのスイッチングを行う複数の非同期転送スイッチと、ルートを決定し前記非同期転送スイッチを制御するネットワーク管理装置と、入口となる非同期転送スイッチに接続され通信中にサービス品質測定を行う測定器とからなる非同期転送ネットワークシステムにおけるサービス品質管理方法であって、通信中にサービス品質測定のための測定用セルが前記測定器により挿入され、前記送信された測定用セルに対して、前記非同期転送スイッチにより前記サービス品質算出のために必要となる値が書き込まれ、戻ってきた該測定用セル内の情報よりサービス品質に関する値の算出、解析および、該解析結果に基づき前記ネットワーク管理装置への通知が前記測定器により行われ、前記測定器からの通知に基づき新たなルート決定が前記ネットワーク管理装置により行われることによりサービス品質の管理を行うことを特徴とする非同期転送ネットワークシステムにおけるサービス品質管理方法である。

【0009】また、請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の非同期転送ネットワークシステムにおけるサービス品質管理方法において、コネクション接続後にパストレースのためのセルを前記測定器より送出することによりルート上の非同期転送スイッチのトレース順および固有IDを特定し、前記非同期転送スイッチは、前記パストレースのためのセルを受け取ると、固有IDを該セルの空欄に順次書き込むとともに、該セルよりトレース順を認識し該トレース順を簡易IDとして記憶し、前記測定器による通信中の測定用セルを挿入において、ルート上の各非同期転送スイッチが前記サービス品質算出のために必要となる値を書き込む位置を前記簡易IDで指定した前記測定用セルを挿入し、前記測定用セルへの情報の書き込みにおいて、前記非同期転送スイッチは前記測定用セル内の簡易IDで指定された位置に前記サービス

## 6

品質算出のために必要となる値を書き込むことを特徴としている。

【0010】また、請求項7に記載の発明は、請求項6に記載の非同期転送ネットワークシステムにおけるサービス品質管理方法において、前記測定用セルが、操作および保守を行うためのOAMセルを利用し、少なくとも前記OAMセルのOAMセル種別項目をサービス品質を測定することを示す値にするとともに、該OAMセルの固有フィールド項目に少なくとも該測定用セルを送出した時刻のデータと、各非同期転送スイッチの前記簡易IDと前記サービス品質算出のために必要となる値を書き込む領域を1組として、該組を複数備えていることを特徴としている。

【0011】また、請求項8に記載の発明は、請求項5乃至請求項7のいずれかに記載の非同期転送ネットワークシステムにおけるサービス品質管理方法において、前記サービス品質算出のために必要となる値が、ユーザセルのカウンタ結果と、測定用セルを受信してから送信するまでの時間であり、前記サービス品質に関する値が、ルートにおけるセル損失、セル転送遅延、セル転送遅延変動、および、非同期転送スイッチごとのセル損失、セル転送遅延、セル転送遅延変動をセル損失、セル転送遅延、セル転送遅延変動であることを特徴としている。

## 【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態による非同期転送ネットワークシステムおよび非同期転送ネットワークシステムにおけるサービス品質管理方法を図面を参照して説明する。図1は、本発明の非同期転送モードで動作する非同期転送ネットワークシステム（以下では単に「ネットワークシステム」と呼ぶ）の構成を示した図である。図1において、ネットワークシステムは、非同期転送モードでセルのスイッチングを行う複数の非同期転送スイッチ（以下「ATMスイッチ」と呼ぶ）5a～5dと、ルートを決定しATMスイッチ5a～5dを制御するネットワーク管理装置2と、入口となるATMスイッチ5aに接続されサービス品質の測定を行う測定器1とからなる。そして、このネットワークシステムのATMスイッチに端末A・3と端末B・4とが接続されている。

【0013】このネットワークシステムにおいて、測定器1は、通信中にサービス品質測定のための測定用セルを挿入し、戻ってきた測定用セル内の情報よりサービス品質に関する値の算出、解析を行い、この解析結果に基づきネットワーク管理装置2にサービス品質劣化の通知を行う。また、ATMスイッチ5a～5dは、セルに対する通常のスイッチング機能のほか、ルート上にある場合に測定用セルに対してサービス品質算出のために必要となる値を書き込む機能をさらに備えている。また、ネットワーク管理装置2は、通常のネットワーク管理機能ほか、測定器1からの通知に基づき新たなルート決定を

## 7

行う機能をさらに備えている。なお、図 1 では、ネットワークシステム内に複数存在する A T M スイッチの代表として 4 つの A T M スイッチ 5 a ~ 5 d を示している。また、ネットワークシステムには複数の端末の接続が可能であるが、接続された端末の代表として端末 A ・ 3 と端末 B ・ 4 とを示している。なお、以下の説明において、端末 A ・ 3 がネットワークシステムに対して端末 B ・ 3 との通信のためのコネクション設定の要求を行うものとして説明する。このため、測定器 1 は入口となる A T M スイッチ 5 a に接続されているものとする。

【 0 0 1 4 】次に、このネットワークシステムにおけるシーケンスの概要を図 2 を用いて説明する。図 2 に示すシーケンスは、端末 A ・ 3 がネットワークシステムに対して端末 B ・ 4 との通信のためのコネクション設定の要求を行うことにより開始する。まず、ネットワーク制御装置 2 により端末 A ・ 3 と端末 B ・ 4 とが通信するためのルーティングが行われ、ルートが決定すると通信が始まる（ステップ S 1 1）。ここでは、図 1 において A T M スイッチ 5 a、A T M スイッチ 5 c、A T M スイッチ 5 b を経由するルートが設定されたものとする。次に、この通信中に測定器 1 はサービス品質（Q o S : Quality of Service）を測定するための測定用セルを定期的に挿入し、戻ってきた測定用セルを用いてサービス品質の測定、監視を行なう（ステップ S 1 2）。なお、この過程をより詳しく説明すると以下ようになる。測定器 1 は測定用セルを挿入し、監視したいコネクションに多重する。この測定用セルは空きセルと置換挿入され、ルーティングされている A T M スイッチ 5 a、A T M スイッチ 5 c を経由し、端末 B ・ 4 が接続され出口となる A T M スイッチ 5 b にて折り返され、また測定器 1 に戻ってくる。このとき、各 A T M スイッチ 5 a、5 c、5 b は測定用セルに対してサービス品質算出のために必要となる値を書き込む。そして、測定器 1 は、戻ってきた測定用セル内の情報よりサービス品質に関する値の算出を行い、サービス品質の測定・監視を行う。

【 0 0 1 5 】次に、ステップ S 1 2 の測定・監視結果から、測定器 1 は、要求される品質よりサービス品質が劣化したか判断を行い（ステップ S 1 3）、劣化していると判断した場合にはこの旨をネットワーク管理装置 2 へ通知する（ステップ S 1 4）。なお、例として A T M スイッチ 5 c が劣化の原因と判断され、その旨も通知されたものとする。通知を受けたネットワーク管理装置 2 は、サービス品質が劣化したルートを避ける新たなルー

$$C L R = (T U C - T R C C) / T U C$$

ここで、「TUC」は送信セル数、「TRCC」は受信セル数である。

【 0 0 1 8 】以上の 2 つの方法を比較すると、測定セルそのものを対象とする方法は簡易であるが、ユーザトラヒックへの影響を考慮すると測定用セルのトラヒックを増やすことはできない。そこで、好ましくは式（2）に

## 8

トについてのルーティングを行う（ステップ S 1 5）。例えば新たなルーとして A T M スイッチ 5 a、A T M スイッチ 5 d、A T M スイッチ 5 b を経由するルートが設定される。端末 A ・ 3 と端末 B ・ 4 間での送信が終了していない場合には、ステップ S 1 2 に戻る（ステップ S 1 6）。以上のようにして、コネクションの継続中においてサービス品質を維持するためのパラメータの測定を行い、サービス品質が劣化した場合、このサービス品質を維持するために迅速にネットワークの制御および管理を行う。

【 0 0 1 6 】以下では上記シーケンス中のステップ S 1 2 について詳細に説明する。まずはじめに、ステップ S 1 2 において、測定器 1 が計算するサービス品質に関するパラメータについて説明する。サービス品質に関するパラメータとしては、ルートにおけるセル損失、セル転送遅延、セル転送遅延変動、および、ルート上の A T M スイッチごとのセル損失、セル転送遅延、セル転送遅延変動である。ここで、セル損失とは、送信側で送ったセルが受信側（相手）まで届かないことをいう。このセル損失は、情報フィールド全ての損失であるから通信品質に及ぼす影響は大きい。主な発生要因は、伝送路のビット誤りや A T M スイッチ内で同一出回線へのセルトラヒック輻輳によるバッファオーバーフローである。また、セル転送遅延とは、伝送路上での伝搬遅延に加え、A T M スイッチ内でのスイッチング遅延およびセルを統計多重するために生じる転送待ち遅延があり、さらにセル化に伴う遅延である。また、セル転送遅延変動とは、A T M スイッチ内でのスイッチング遅延およびセルを統計多重するために生じる転送待ち遅延が一定でなく、その時点でのセルトラヒック量に依存した変動のことをいう。

【 0 0 1 7 】次に、これらの計算方法について説明する。セル損失を求める方法として、2 つの方法が考えられる。1 つは測定用セルそのものの損失セル数を計数し、測定用セルの総数に対する損失セル数の割合を求める方法であり、下記の式（1）によりセル損失率（CLR）を求めることができる。

$$C L R = (S n - R n) / S n \quad \cdots (1)$$

ここで、「Sn」は送出した測定用セルの総数であり、「Rn」は受信した測定用セル数である。もう 1 つの方法は、送信されるユーザセル数を利用して求める方法で、下記の式（2）にてセル損失率（CLR）を求める。

$$\cdots (2)$$

よりセル損失を求める。なお、各 A T M スイッチにおけるセル損失は、測定用セルの情報フィールドに A T M スイッチが受信したユーザセル数を書き込む欄を設け、この値を利用してセル損失を計算する。また、ルートにおけるセル損失は、出口となる A T M スイッチが測定用セルに書き込んだ受信したユーザセル数を利用することに

より計算する。

【0019】次にセル転送遅延を求める方法について説明する。測定用セルの情報フィールドにタイムスタンプを付与し、そのセルが戻ってくるまでの時間を測定し、その平均値と最大値を求める。平均値（CTD）は式（3）により求める。

【数1】

$$CTD = \sum_{i=1}^n (TM_i - TS_i) / n \quad \cdots (3)$$

ここで、「TM」はセル到着時刻を表わし、「TS」は測定用セル内のタイムスタンプ値、「n」は受信したセル数である。なお、各ATMスイッチのセル転送遅延として、測定用セルを受信してから次のATMスイッチへ送信するまでの平均遅延時間（CTDI）を求める。な

$$CDV = \sum_{i=1}^n \{(TM_i - TS_i) - CTD\} / n \quad \cdots (5)$$

また、各ATMスイッチにおけるセル転送遅延変動（CDVI）は、式（6）を用いて求める。

$$CDVI = \sum_{i=1}^n (TD_i - CTDI) / n \quad \cdots (6)$$

以上のようにして、測定器1は、サービス品質に関するパラメータとして、ルートにおけるセル損失、セル転送遅延、セル転送遅延変動、および、ルート上のATMスイッチごとのセル損失、セル転送遅延、セル転送遅延変動をセル損失、セル転送遅延、セル転送遅延変動を算出する。

【0021】次に、図3を用いて図2のステップS12のシーケンスを詳細に説明する。なお、図3において、測定器1、ATMスイッチ5a、ATMスイッチ5bのそれぞれの下に示されたシーケンスが、それぞれの装置の動作を示している。コネクション接続時に、測定器1は、パストレースによりコネクションにおけるルート上のATMスイッチを識別するとともに、ルート上の各ATMスイッチは簡易IDを取得する（ステップS21～S25）。すなわち、測定器1は、コネクション接続時に、パストレース用のOAMセルを送出し（ステップS21）、このOAMセルを受けたATMスイッチが自己の固有の識別IDをこのセルに書き込む（ステップS22、23）とともに簡易IDを取得する。なお、出口となるATMスイッチ5bは、このパストレース用OAMセルのループバックを行い（ステップS24）、測定器1は、戻ってきたOAMセルを解析することによりコネクションにおけるルート上のATMスイッチを識別することができるようになる（ステップS25）。

【0022】このパストレースのために用いられるOAMセルのフォーマットは図4に示す通りであり、符号22、23等にルート上のATMスイッチの固有の識別ID

お、測定用セルの情報フィールドには、各ATMスイッチがこの転送遅延時間を書き込む領域があり、戻ってきた測定用セル内のこの情報を利用して各ATMスイッチにおけるセル転送遅延を式（4）を用いて算出する。

【数2】

$$CTDI = \sum_{i=1}^n TD_i / n \quad \cdots (4)$$

ここで、「TD」はATMスイッチにおける遅延時間、nは各ATMスイッチにおける測定回数である。

【0020】次にセル転送遅延変動を求める方法について説明する。セル転送遅延変動（CDV）は、式（5）を用いて求める。

【数3】

【数4】

Dがトレース順に順次書き込まれる。これにより、測定器1は、ルート上の各ATMスイッチのレース順とそのATMスイッチの固有の識別IDとの対応を知ることができる。また、このOAMセルには、符号20に示すノードカウンタが設けられ、この値は測定器1から送出される段階では「0」となっており、各ATMスイッチはパストレースのために用いられるOAMセルを受信すると、この値をインクリメントする。よって、各ATMスイッチは、入口となるATMスイッチからのトレース順を知ることができるとともに、このトレース順を自己の簡易IDとして取得、記憶する。ところで、ATMスイッチの固有の識別IDは、数バイトある。これに対して、トレース順を用いた簡易IDでは1バイトで、最大256個のATMスイッチを特定できる。よって、このようにトレース順を利用した簡易IDを各ATMスイッチが取得することにより、少ないデータ量で各ATMスイッチを特定できるようになる。

【0023】次に、測定器1は、通信中に測定用セルを定期的に挿入し、各ATMスイッチからサービス品質算出のために必要となる値を取得する（ステップS26～S34）。挿入される測定用セルには、ルート上の各ATMスイッチがサービス品質算出のために必要となる値を書き込む位置が指定されており、ATMスイッチはその位置に値を書き込むものとする。

【0024】ここで、挿入される測定用セルのフォーマットを図5から図8を用いて詳しく説明する。図5はOAMセルの共通フォーマット構成を示したものである。

測定用セルはITU-T勧告I. 610で規定されているこのOAMセルの共通フォーマットを拡張することにより実現する。これは、従来からある非同期転送モードでの互換性を取り易くするためである。図5のOAMセルを測定用セルに拡張するために、符号31に示す「OAMセル種別」と符号32に示す「機能種別」に関する定義を図6の符号33に示すように拡張定義する。すなわち、図6に示すように「OAMセル種別」をサービス品質管理用として拡張定義し、「機能種別」において順方向、逆方向を定義する。なお、「機能種別」において、順方向や逆方向の区別を特に必要としない場合には「OAMセル種別」に関してのみ拡張定義すればよい。このように拡張定義することにより、測定器1およびATMスイッチは、受け取る複数のセルから測定用セルを識別することができるようになる。

【0025】次に、この測定用セルにおける固有フィールドの定義内容を図7、図8を用いて詳しく説明する。図7に示すように固有フィールドは45バイトあり、この45バイトをサービス品質測定に必要な情報が得られるように以下のように定義する。まず、測定に必要な情報として、測定用セルそのもののセル損失を検出するためのシーケンス番号(SN)があり、1バイトで0~255の繰り返しの値を取るものとする。次に、セル転送遅延およびセル転送遅延変動の測定に用いるためのタイムスタンプ(TS)で、測定器1から測定用セルを送出する際の時刻を4バイトのデータで表わす。次に、セル損失測定を行うためのユーザセルカウンタで、測定器にてカウントした送信ユーザセル数を2バイトで表わす。そして、測定器1から指定するループバックノードの識別IDとして1バイト設ける。この識別IDは前述の簡易IDを用いるものとする。そして、以下にはノードID、受信セルカウンタ、ノード内遅延を1組とする7組のデータが続く。この組は、ATMスイッチを指定するノードID(1バイト)と、ATMスイッチがサービス品質測定に必要な値を書き込むための受信セルカウンタ(2バイト)と遅延時間測定結果を書き込むためのノード内遅延時間(2バイト)の計5バイトである。ここで、ノードIDは前述の簡易IDを用いる。以上のように固有フィールドの定義を行う。なお、この固有フィールドの定義内容をまとめたのが図8である。このように、簡易IDを利用することにより少ないバイト数でATMスイッチを特定することができ、その結果1つの測定用セルに複数のATMスイッチからサービス品質測定に必要な値を得ることができるようになる。よって、測定器1は少ない測定用セルで効率的にサービス品質の測定をすることができるようになる。

【0026】次に図3におけるステップS26以降をステップ順に説明する。通信中に上述した測定用セルが挿入されると(ステップS26)、まず、ATMスイッチ5aがこの測定用セルを受け取りこの測定用セルの分離

を行う(ステップS27)。ATMスイッチ5aは、測定用セル内の固有フィールドにおいて自己の簡易IDを見つけると、その簡易IDに続く「受信セルカウンタ」および「ノード内遅延時間」を書き込む領域にそれぞれの値を書き込み(ステップS28)、その測定用セルを挿入する(ステップS29)。測定用セルを受け取った他のATMスイッチもステップS27~S29と同様の処理を行うが、測定用セルの固有フィールド内でループバックノードとして指定されたATMスイッチ5bは、ステップS27~S29に対応する処理(ステップS30~S32)のほか、この測定用セルを測定器1に返すループバックの処理も行う(ステップS33)。そして、測定器1は戻ってきた測定用セルを受け取る(ステップS34)。

【0027】次に、測定器1は、ルートにおけるセル損失、セル転送遅延時間、セル転送遅延変動の計算を行う(ステップS36)とともに、各ATMスイッチごとのセル損失、セル転送遅延時間、セル転送遅延変動の計算を行う(ステップS36)。そして、測定器1は、上記計算結果を利用して、要求されるサービス品質を満たしているか、満たしていない場合にはどのATMスイッチにおいて問題があるかを解析する(ステップS37)。サービス品質を満たしていない場合は、リルーティングのためにネットワーク管理装置2へ通知する(ステップS38、S39)。以上を測定器1が測定停止命令を受けると繰り返すことにより、図2のステップS12が行われる。以上のようにして通信中にサービス品質に関する測定をすることにより、各ATMスイッチは、サービス品質に関する測定のための動作として、

- i) 受信したユーザセルのカウントし、
- ii) 測定用セルを受信してから送信するまでの時間を測定し、
- iii) 測定用セルの指定された位置に書き込むだけでよくなる。よって、ATMスイッチはサービス品質に関するパラメータの劣化を監視する必要がなくなり、サービス品質に関する処理においてATMスイッチでの処理負担が軽くなる。また、サービス品質に関する測定・監視は、測定器1が集中して行うことから、ネットワーク管理装置2もサービス品質の監視のための処理が必要なくなり処理負担が軽くなる。また、本方式はコネクションごとの品質劣化の検出が可能であることから、同一のリンクやノードを通過するコネクションのうち、あるコネクションだけをリルートすることもできる。

【0028】ところで、図3のステップS26の測定用セルの挿入間隔として、

- 1) ユーザセルの送出レートに関係なく一定間隔で測定用セルを挿入する
- 2) ユーザセルがN個送出されるごとに1個の測定用セルを挿入するという2つの方法が考えらる。

1)の方法では、ユーザセルの送出レートが測定用セルの挿入レートに比べ極端に低い場合、このコネクションにおけるバーチャルチャネルにおいて測定用セルの割合が高くなり、他のコネクションにおけるバーチャルチャネルが使用できる帯域を圧迫してしまうことになる。また逆にユーザセルの送出レートが測定用セルの挿入レートに比べ極端に高い場合、各ATMチャネルが持っている受信ユーザセルのカウントがオーバーフローしてしまうことも考えられる。一方、2)の方法では、常にユーザセルの送出レートの $1/N$ が測定用セルの挿入レートとなることから、無駄に帯域を使うことはない。また、

$$T = 1 / (LTH \times UCR)$$

ここで、「LTH」はセル損失率しきい値を、「UCR」はユーザセルの送出レートを表わす。

【0030】図9は、ユーザセルの送出レート（ユーザセルレート：UCR）と測定用セルの挿入レート（MC R）およびサービス品質の最小判断時間（T）との関係を示した図である。なお、図において、符号Aが測定用セルの挿入レートを表わし、符号Bが最小判断時間を表わしている。図9に示すように測定用セルの挿入レートは、ユーザセルレートが高くなれば高くなり、最小判断時間も短くなる。一方、ユーザセルレートが低くなると最小判断時間も長くなる。しかし、測定用セルのユーザセルに対する比率は $1/N$ 固定であり、リンク容量全体に対する測定用セルのオーバーヘッドも高々 $1/N$ に制限される。また、ユーザセルレートが長いものほど障害時の影響が大きいため、短時間で障害や品質劣化の検出を行う必要があるが、ユーザセルレートが低ければ判断時間がかかってもさほど問題とならない。以上のような点からもユーザセルがN個送出されるごとに1個の測定用セルを挿入する方法が好ましい。

【0031】図10は、ユーザセルレートとサービス品質の最小判断時間との関係をまとめた図である。この図からパケット廃棄率が極端に劣化するといわれるセル損失率 $10^{-4}$ 程度の品質限界を検出するのに必要な時間は、数Mbit/s以上のサービスの場合、数十ミリ秒程度で検出することが可能であることがわかり、短時間でサービス劣化を検出できることがわかる。

【0032】ところで、ネットワーク制御を行う方式として、PNNIルーティングによる場合とネットワークマネージメントシステム（NMS：Network Management System）の指示による場合の2つがある。以下でこれらについての説明を行う。図11は、ネットワーク制御として、PNNIルーティングによる場合を示した図である。通信をしようとするときにのみコネクションを動的に設定するSVC（Switched Virtual Connection）方式においては、設定および開放をするためのシグナルプロトコルにPNNIシグナリングを用いる。図11において端末A・3と端末B・4間で通信しようすると、ATMスイッチはまずPNNIシグナリングおよび

Nの値を決めればユーザセルの送出レートに関係なく各ATMスイッチの受信ユーザセルのカウントも一義に決まる。従って、2)の方法が有効であり、図3のステップS26では、ユーザセルがN個送出されるごとに1個の測定用セルを挿入するものとする。この場合、図7に示す固有フィールドの「ユーザセルカウンタ」は特に必要なくなる。

【0029】なお、2)の方法の場合、サービス品質に対する要求を満たしているかの最小判断時間（T）は、式（7）により求めることができる。

$$\dots (7)$$

PNNIルーティングによりコネクション設定、ルーティング処理を行なう。そして、この完了後、両端末間で通信が始まる。この状態で測定器1より測定用セルが挿入され、ATMスイッチ5bで折り返される。測定器1は、返ってきた測定用セルを解析し、サービス品質の劣化を検出すると、PNNIシグナリングを用いて、劣化したルートを切断し、新たに代替えルートを検索し、PNNIで再度ルート設定を行う。

【0033】図12は、ネットワーク制御として、ネットワークマネージメントシステムの指示による場合を示した図である。固定的に端末間にコネクションを設定するPVC（Permanent Virtual Connection）方式においては、ネットワークマネージメントシステム6によりすべてのATMスイッチが中管理される。サービス品質の測定時は、測定器1より測定用セルが挿入され、ATMスイッチ5bで折り返される。測定器1は、返ってきた測定用セルを解析し、その結果をネットワークマネージメントシステム6に通知する。ネットワークマネージメントシステムはSNMP（Simple Network Management Protocol）やCMIP（Common Management Protocol）を用いてサービス品質の劣化したルートを切断し、新たなルートを探して、代替えルートに切り替える。なお、図1におけるネットワーク管理装置1は、上述の2の場合に対応したルーティング機能を備えたものとする。

【0034】次に、測定器1とATMスイッチ5aとの接続構成例を図13を用いて説明する。測定器1は、入口となるATMスイッチ5aの入力回線部11に接続され、測定用セルの受け渡しを行う。ATMスイッチ5aはこのセルをユーザセル内へ多重するとともに、ヘッダトランスレータ13で測定用セルを識別、分離し測定器1に送る。出口となるATMスイッチ5bを含めた各ATMスイッチは、自分自身がループバック指定されていれば出力回線部12のヘッダトランスレータ13で測定用セルを識別し、下り線にこのセルを渡し多重して戻す。なお、測定器1は、ATMスイッチの1ポートに接続し、通常ATMスイッチが、ネットワーク管理装置2と通信する手法を利用する。これにより、測定器1側でフォーマットを合わせるだけで、ネットワーク管理部2



との通信が可能になる。

【0035】なお、本実施の形態において、ATMスイッチは、測定用セルの簡易IDで指定された位置にサービス品質に関するパラメータを算出するための値を書き込むものとした。これはサービス品質に関するパラメータを算出するための値を測定器1に効率的に送れて好ましいが、これに限定されるものでなく、以下の方式を用いてもよい。例えば第1の方式として、コネクションにおけるルート上の各ATMスイッチが自分のIDとサービス品質算出のために必要となる値を順次測定用セルの最後尾に追加していく。また、第2の方式として、第1の方式とほぼ同じであるが、サービス品質算出のために必要となる値の書き込みは測定用セルの最後尾に追加するのではなく、測定結果が書き込まれていない未記入の測定用セルを探して書き込む。また、第3の方式として、測定用セルには結果を書き込まず、各ノードは測定用セルを受信するとサービス品質算出のために必要となる値を書き込んだ測定結果セルを測定器1に対して送出する。また第4の方式として、第3の方式とほぼ同じであるが、測定用セルの受信ごとに毎回測定結果セルを返送するのではなく、あらかじめ各ノードにしきい値をしきい値をしらせておき、この値を超えたときに測定結果セルを送出する。以上のような方式でATMスイッチはサービス品質に関するパラメータを算出するための値を測定器1に送ってもよい。

#### 【0036】

【発明の効果】以上説明したように、本発明による非同期転送ネットワークシステムおよび非同期転送ネットワークシステムにおけるサービス品質管理方法によれば、下記の効果を得ることができる。請求項1または請求項6に記載の発明によれば、測定器は入口となる非同期転送スイッチに接続され、測定用セルを挿入し、戻ってきた測定用セルを用いてサービス品質に関する値の算出、解析を行い、非同期転送スイッチはサービス品質算出のために必要となる値を測定用セルに書き込み、ネットワーク管理装置は測定器からの通知に基づき新たなルート決定を行っている。これにより、コネクションの継続中においてサービス品質を維持するためのパラメータの測定を行うことができ、サービス品質が劣化した場合、このサービス品質を維持するために迅速にネットワークの制御および管理を行うことができるようになる。また、サービス品質の監視は測定器が集中して行っているの

でいる。これにより、少ないデータ量で各ATMスイッチを特定できるようになるとともに、少ない測定用セルで効率的なサービス品質の測定をすることができるようになる。また、測定器はATMスイッチの簡易IDと固有IDとの対応づけより、簡易IDからサービス品質劣化の原因となる非同期転送スイッチの特定をすることができる。

【0037】また、請求項3または請求項請求項8に記載の発明によれば、測定用セルは、操作および保守を行うためのOAMセルを拡張定義したものとなり、複数の非同期転送スイッチが情報を書き込める構造となっている。これにより、従来からの非同期転送モードとの互換性を取り易くするくなるとともに、少ない測定用セルで効率的にサービス品質の測定をすることができるようになる。また、請求項4または請求項9に記載の発明によれば、サービス品質算出のために必要となる値は、ユーザセルのカウント結果と測定用セルを受信してから送信するまでの時間であり、サービス品質に関する値は、ルートおよび各非同期転送スイッチのセル損失、セル転送遅延、セル転送遅延変動である。これにより、サービス品質に関するパラメータを算出するためのデータを集めることができると共に、各非同期転送スイッチごとにパラメータを求めることにより、障害のある非同期転送スイッチを容易に特定することができるようになる。また、請求項5または請求項10に記載の発明によれば、測定器が測定用セルの挿入を所定個数のユーザセル毎に行っている。これにより、測定用セルのユーザセルに対する比率は1/N固定となり、リンク容量全体に対する測定用セルのオーバーヘッドも高々1/Nに制限できる。また、ユーザセルレートが長いものほど障害時の影響が大きい、短時間に障害や品質劣化の検出を行うことが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の非同期転送ネットワークシステムの構成を示した図である。

【図2】 図1のネットワークシステムにおけるシーケンスの概要を示したフローチャートである。

【図3】 図2のステップS12を詳細に示したフローチャートである。

【図4】 パスレート用のセルのフォーマットを示した図である。

【図5】 OAMセルの共通フォーマットである。

【図6】 OAMセルにおけるOAMセル種別と機能種別の定義内容を示した図である。

【図7】 測定用セルのフォーマットを示した図である。

【図8】 図7に示す固有フィールドの内容をまとめた図である。。

【図9】 ユーザセルレート(UCR)と測定用セルの発生レート(MCR)およびサービス品質の最小判断時

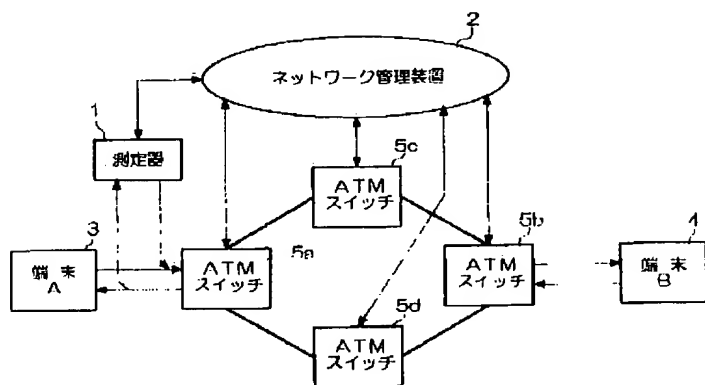
間 (T) との関係を示した図である。

【図 10】 ユーザセルレートとサービス品質の参照判断時間との関係をまとめた図である。

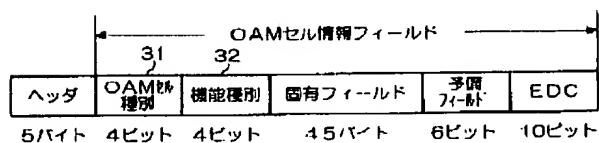
【図 11】 ネットワーク制御として、PNNIルーティングによる場合を示した図である。

【図 12】 ネットワーク制御として、ネットワークマネージメントシステムの指示による場合を示した図である。

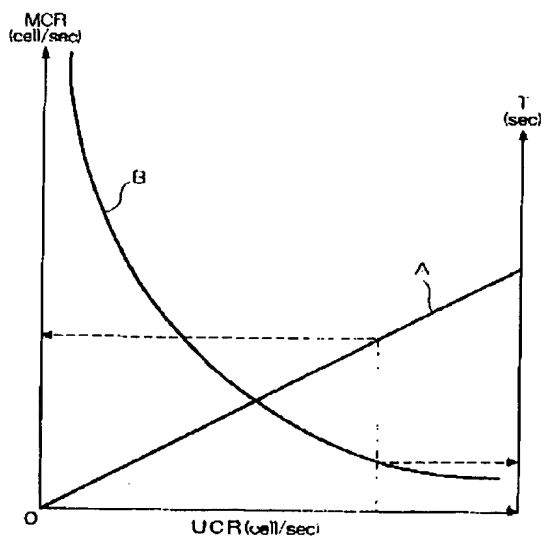
【図 1】



【図 5】



【図 9】

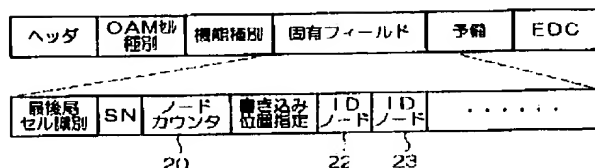


【図 13】 測定器と ATM スイッチとの接続構成例を示した図である。

【符号の説明】

- 1 測定器
- 2 ネットワーク管理装置
- 3 端末 A
- 4 端末 B
- 5 a ~ 5 d ATM スイッチ

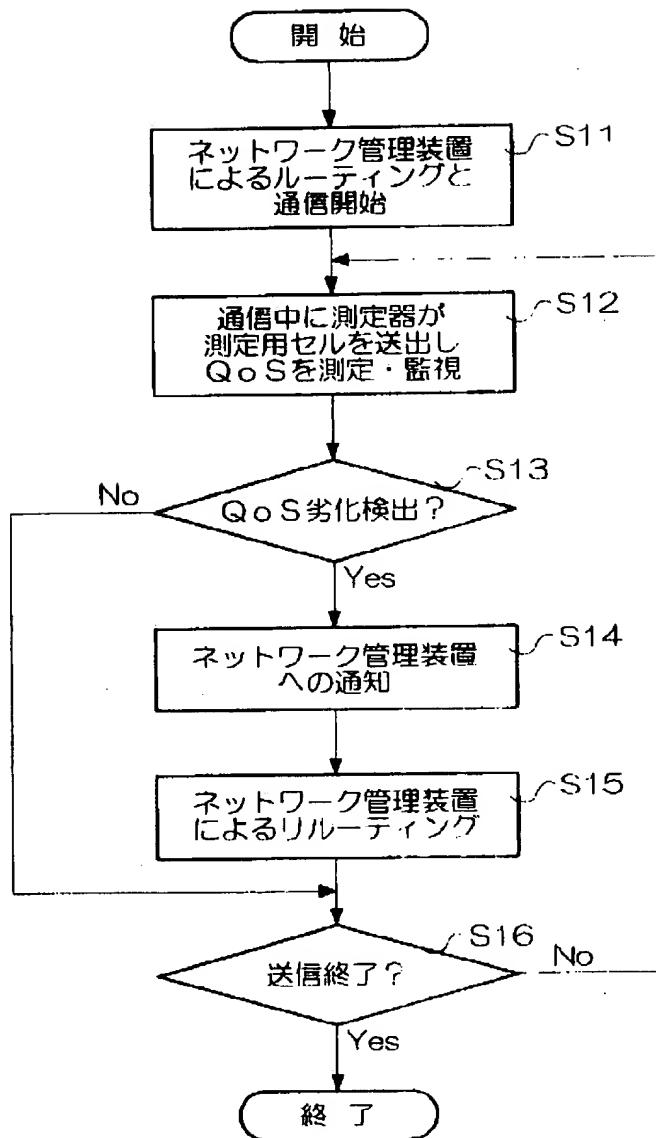
【図 4】



【図 6】

OAMセル種別	コーディング	機能種別	コーディング
故障管理	0001	AIS	0000
	0001	RDI	0001
	0001	リダイレクト	0100
	0001	ループバック	1000
性能管理	0010	順方向モニタリング	0000
	0010	逆方向通知	0001
起動/停止	1000	性能モニタリング	0100
	1000	リダイレクト	1000
システム管理	1111		
QoS管理	0100	順方向	0000
	0100	逆方向	0001

【図 2】



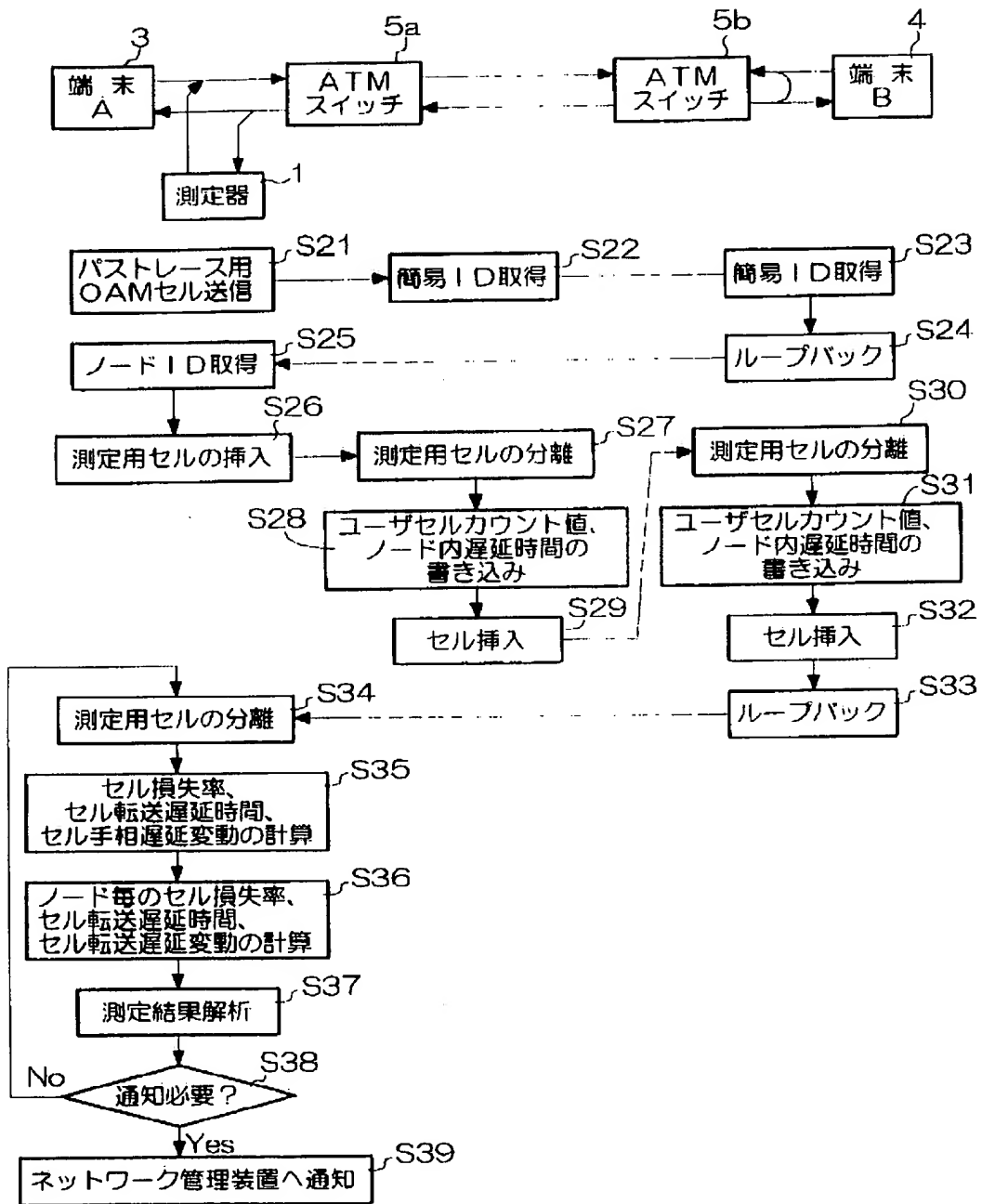
【図 8】

情 報	サイズ	内 容
シーケンス番号 (SN)	1バイト	測定用OAMセルのシーケンス番号 0~255の繰り返し
タイムスタンプ (TS)	4バイト	測定器にて測定用セルを送出する時の時刻データ。セル転送遅延およびセル転送遅延変動の測定に用いる。
ユーザセルカウンタ	2バイト	測定器にてカウントした送信ユーザセル数
ループノード	1バイト	ループバックするノードの指定
ノードID	1バイト	ノード識別子
受信セルカウンタ	2バイト	各ノードが受信したユーザセル数
ノード内遅延時間	2バイト	各ノードにおける遅延時間
未使用	2バイト	予備

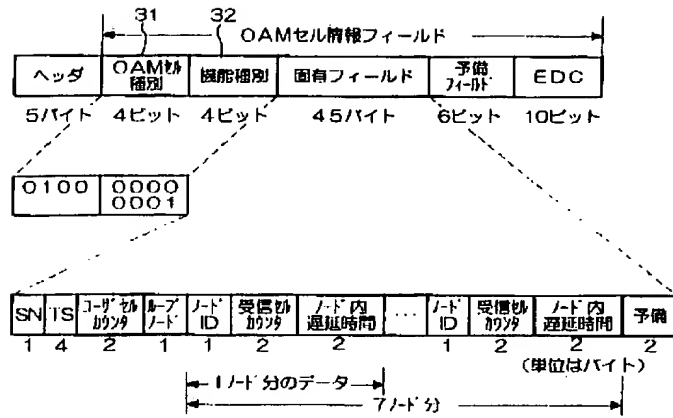
【図 10】

ユーザセルレート		しきい値		
(bit/s)	(cell/s)	$10^{-2}$	$10^{-4}$	$10^{-6}$
10K	約 23	430ms	43s	4347.8s
100K	約 235	42.6ms	4.25s	425.5s
1M	約 2358	4.24ms	0.424s	42.4s
10M	約 23584	0.424ms	42.4ms	4.24s
100M	約235849	0.0424ms	4.24ms	0.424s

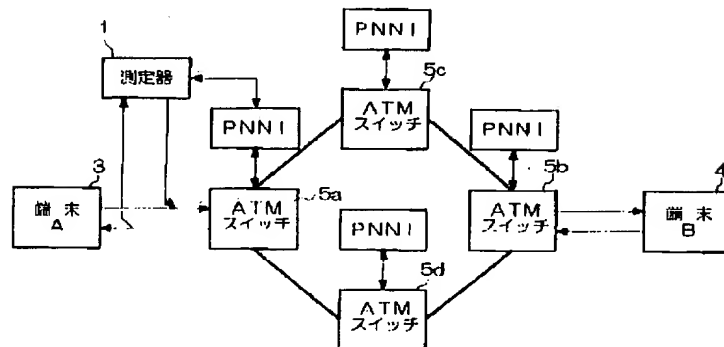
【図 3】



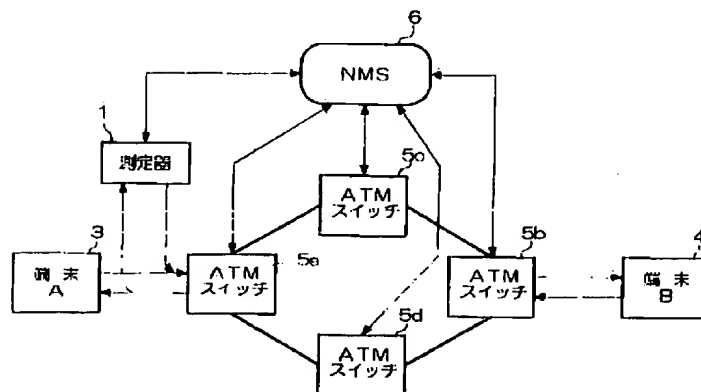
【図 7】



【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】

